

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

THIAGO BARRETO DOS SANTOS

**BALANÇO DE NITROGÊNIO EM CORDEIROS CONFINADOS RECEBENDO
SILAGEM DE MILHO COM OU SEM FEIJÃO GUANDU**

DOIS VIZINHOS

2025

THIAGO BARRETO DOS SANTOS

**BALANÇO DE NITROGÊNIO EM CORDEIROS CONFINADOS RECEBENDO
SILAGEM DE MILHO COM OU SEM FEIJÃO GUANDU**

Nitrogen balance in confined lambs fed corn silage with or without pigeon pea

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Zootecnia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Profa. Dra. Magali Floriano da Silveira

DOIS VIZINHOS

2025



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

THIAGO BARRETO DOS SANTOS

**BALANÇO DE NITROGÊNIO EM CORDEIROS CONFINADOS RECEBENDO
SILAGEM DE MILHO COM OU SEM FEIJÃO GUANDU**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Zootecnia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: **27/11/2025**

Profa. Dra. Magali Floriano da Silveira
Doutora em Zootecnia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Emilyn Midori Maeda
Doutora em Zootecnia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Wellington Felipe Caetano
Mestre em Zootecnia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

DOIS VIZINHOS

2025

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por ser minha fortaleza, e à minha querida Nossa Senhora Aparecida, cuja intercessão nunca me faltou. Senti sua presença em cada desafio superado.

Aos meus pais, Simone, José Roberto e Sineilton, meus grandes alicerces. Agradeço imensamente pelos ensinamentos e pelo incentivo incondicional. Vocês são a razão de eu estar aqui. À minha madrinha e tia, Edilene, obrigado por todo o carinho e apoio constante.

À minha orientadora, Profa. Dra. Magali Floriano da Silveira, pela sabedoria compartilhada e pelas valiosas contribuições para minha formação acadêmica. Aos meus amigos, que tornaram a caminhada mais leve com palavras de incentivo e companheirismo.

Ao Laboratório Multiusuário de Bromatologia Animal pela infraestrutura e recursos que viabilizaram a execução deste trabalho.

Agradeço ao Instituto Inspirare e a todos os envolvidos, Licio, Marcos, Patrícia e principalmente Vania pelo suporte incondicional e pela inspiração. Agradeço pela oportunidade e, acima de tudo, pela confiança depositada, oferecendo a estrutura e as ferramentas necessárias para que eu pudesse transformar esforço em resultado e alcançar meus objetivos.

RESUMO

A inclusão de leguminosas na silagem de gramíneas através de consórcios aumenta o valor nutritivo da silagem, podendo proporcionar melhores resultados produtivos e tornar o sistema de produção mais eficiente e sustentável. É importante conhecer o efeito dessas estratégias nutricionais, a fim de entender se a prática propicia resultados positivos. Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar o balanço de nitrogênio em cordeiros terminados em confinamento, recebendo silagem de milho com ou sem a inclusão do feijão guandu. Foram utilizados cordeiros, mestiços Dorper x Santa Inês, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (silagem de milho com e sem a inclusão do feijão guandu) e três repetições. O período experimental foi de 63 dias, divididos em três períodos de 21 dias. Nos últimos cinco dias de cada período foram realizadas as coletas de amostras de fezes e urina. Foi determinado o consumo de nitrogênio (N), a excreção de N na urina e nas fezes e calculada a eficiência do uso de N dos cordeiros. A dieta sem a inclusão de feijão guandu resultou em maior ingestão e retenção de N, e demonstrou eficiência na utilização de N (EUN) superior em dois dos três períodos de avaliação. Contudo, a média geral da EUN não diferiu significativamente entre os tratamentos.

Palavras-chave: Consórcio; Consumo de nitrogênio; Nitrogênio retido; Eficiência do Uso do N;

ABSTRACT

The inclusion of legumes in grass silage through intercropping increases the nutritional value of the silage, potentially leading to better productive outcomes and making the production system more efficient and sustainable. It is important to understand the effect of these nutritional strategies in order to determine whether the practice yields positive results. Therefore, the study aims to evaluate the nitrogen balance in lambs finished in confinement, receiving corn silage with or without the inclusion of pigeon pea. Dorper x Santa Inês crossbred lambs will be used, distributed in a completely randomized design with two treatments (corn silage with and without the inclusion of pigeon pea) and three replicates. The experimental period will be 63 days, divided into three periods of 21 days, with fecal and urine samples collected during the last five days. Nitrogen (N) intake, N excretion in urine and feces, and the efficiency of N use in lambs will be determined. The diet without the inclusion of pigeon pea resulted in higher N intake and retention and demonstrated superior efficiency of N utilization (EUN) in two out of the three evaluation periods. However, the overall mean EUN did not differ significantly between treatments.

Keywords: Intercropping; Nitrogen Intake; Retained Nitrogen; N Use Efficiency;

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS.....	9
2.1 Geral.....	9
2.2 Objetivos específicos	9
3 REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1 Ovinocultura no Brasil	10
3.2 Inclusão do feijão guandu na silagem de milho.....	11
3.3 Balanço de nitrogênio	14
4 MATERIAIS E MÉTODOS	16
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
6 CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS.....	23

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos têm expandido significativamente a variedade de opções na alimentação de ruminantes, impulsionando a adoção de estratégias modernas. Entre elas, destacam-se o manejo integrado de pastagens, o uso de tecnologias de melhoramento genético, a intensificação sustentável da produção e a adoção de intervenções nutricionais (Meale et al., 2012).

A silagem de milho amplamente utilizada na alimentação animal, apresenta em geral características favoráveis como teor de energia elevado e palatabilidade, com valores intermediários de fibra em detergente neutro (FDN) de 56,04% e fibra em detergente ácido (FDA) de 31,46%, além de elevados teores de nutriente digestíveis totais (NDT) 65,72%, apresentando baixo teor de proteína bruta (PB) 7,08% (Neumann al., 2024), sendo este último, insuficiente para atender as necessidades dos ruminantes, quando se trata de alta produtividade. A inclusão de leguminosas na silagem surge como uma alternativa para incrementar o valor nutricional das dietas com o aporte de proteína bruta, como evidenciado em resultados de pesquisa publicados recentemente (Da silva et al., 2023; Ligoski et al., 2020; Sarto, 2018).

O uso de leguminosas forrageiras em sistemas de produção animal tem sido amplamente estudado devido ao seu potencial nutricional e ambiental. Além de serem uma fonte natural de proteína bruta, essas forrageiras apresentam a capacidade de fixar nitrogênio no solo por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, reduzindo a necessidade de fertilizantes nitrogenados (Ligoski et al., 2020). No metabolismo dos ruminantes, a inclusão de leguminosas na dieta tem demonstrado impactos positivos na eficiência do uso do nitrogênio (N), reduzindo a excreção desse elemento no ambiente e contribuindo para um sistema de produção mais sustentável (Lorensetti et al., 2021; Reffatti et al., 2024).

A inclusão do feijão guandu (*Cajanus cajan*) na silagem de milho surge como uma estratégia promissora para corrigir o baixo teor de proteína da silagem tradicional, melhorando o valor nutritivo da dieta sem a necessidade de suplementos proteicos adicionais. Além disso, a presença dessa leguminosa pode favorecer o equilíbrio entre energia e proteína no rúmen, influenciando positivamente a digestibilidade dos nutrientes e a retenção de N no organismo dos animais. Dessa forma, o consórcio entre milho e feijão guandu na ensilagem pode potencializar o desempenho produtivo

dos ruminantes e reduzir o impacto ambiental, tornando o sistema mais eficiente e economicamente viável.

Nesse sentido, o balanço de N é uma importante ferramenta, por servir de parâmetro na avaliação de alimentos e compostos nitrogenados (Guimarães Jr. et al., 2007), ou seja, permite avaliar a eficiência do uso do N, do animal em relação a dieta fornecida, calculado através do consumo e excreção de N, podendo fornecer informações importantes, como a quantidade de N aproveitada pelo animal, expondo se a dieta foi eficiente ou não, e o impacto da leguminosa no metabolismo proteico.

Sendo assim, o objetivo dessa pesquisa é avaliar o balanço de nitrogênio de cordeiros terminados em confinamento recebendo silagem de milho com ou sem a inclusão de feijão guandu.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o balanço de nitrogênio de cordeiros terminados em confinamento recebendo silagem de milho com ou sem a inclusão do feijão guandu.

2.2 Objetivos específicos

a. Determinar o consumo de nitrogênio de cordeiros alimentados com silagem de milho com e sem a inclusão do feijão guandu.

b. Determinar a excreção de nitrogênio na urina e nas fezes de cordeiros alimentados com silagem de milho com e sem a inclusão do feijão guandu.

c. Determinar a retenção de N em cordeiros terminados em confinamento recebendo silagem de milho com e sem a inclusão do feijão guandu.

d. Determinar a eficiência do uso de nitrogênio em cordeiros terminados em confinamento recebendo silagem de milho com e sem a inclusão do feijão guandu.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta revisão serão tratados tópicos sobre a situação da ovinocultura no Brasil e os desafios enfrentados pelo setor, a busca por alternativas que possam otimizar a produção, especialmente no que diz respeito ao manejo nutricional, destacando a importância da inclusão das leguminosas na dieta através de consórcios e o efeito dessa prática no balanço de nitrogênio dos ruminantes.

3.1 Ovinocultura no Brasil

Segundo dados ponderados no último censo apurado pelo IBGE (2023), o rebanho efetivo de ovinos apresentou crescimento de aproximadamente 9,11% entre 2019 e 2023, obtendo um crescimento considerável no período analisado, com um aumento de mais de 1,8 milhão de cabeças, com um total de 21.792.139 milhões de cabeças. Segundo dados do Famasul (2024) sobre a importação de produtos de ovinos pelo Brasil, houve um aumento de 33,52% (3.962.124 kg) no período de janeiro a julho de 2024, em relação ao volume importado no mesmo período no ano de 2023 (2.967.515 kg). Esse resultado indica uma expansão da atividade e um maior interesse na produção de carne ovina no país, com destaque para a produção das regiões Nordeste e Sul, que detêm grande parte do rebanho nacional.

Para atender à demanda do mercado interno de ovinocultura, o Brasil importa produtos de diversos países (Embrapa, 2019), evidenciando o alto potencial de crescimento dessa atividade, já que a produção nacional não atende à demanda interna. Entretanto, a precária organização das cadeias produtivas brasileiras compromete significativamente a produtividade, resultando em produtos de qualidade inferior e oferta instável (Leite e Medeiros, 2014). O baixo desempenho da produção ovina é resultado direto da desorganização e da limitada tecnificação do sistema produtivo. Isso se traduz em rebanhos compostos por animais de idade avançada e com baixo potencial genético (Grandis et al., 2016).

Nesse sentido, sistemas intensivos de criação como o confinamento, demonstram grande potencial para a produção de carne ovina de alta qualidade. Entretanto, o sucesso dessa prática depende diretamente da formulação de dietas balanceadas e precisas, que aliadas a investimentos em infraestrutura e genética, garantam o máximo desempenho animal e a obtenção de um produto que atenda às

expectativas do mercado (Soares et al., 2012). Esse manejo nutricional otimizado, aliado ao ambiente controlado do confinamento, promove o impulsionamento do ganho de peso, diminui o tempo de abate e aumenta o fluxo de oferta de produtos, ou seja, possibilita a resolução de alguns problemas encontrados no cenário atual da ovinocultura no Brasil, como a irregularidade na oferta de produtos no mercado.

Contudo, um dos maiores desafios em sistemas de confinamento são os custos de produção devido ao grande uso de concentrados proteicos (acima de 20% de PB e menos de 18% de fibra) como o farelo de soja, por exemplo, é dentre os custos, o mais oneroso. A silagem de milho é o principal volumoso utilizado em sistemas de confinamento. Entretanto, apresenta baixa concentração de proteína, o que leva à necessidade de inclusão de altas quantidades de concentrados proteicos para que se atenda às necessidades dos animais (Costa, 2019). Em contrapartida a isso, pesquisas mostram que a inclusão de leguminosas em níveis adequados na silagem de milho, através de consórcios, tem se mostrado uma alternativa viável, elevando o nível de PB sem prejudicar a fermentação da silagem. (Da silva et al., 2023; Ligoski et al., 2020; Sarto, 2018).

3.2 Inclusão do feijão guandu na silagem de milho

Segundo Vieira et al. (2011), é evidente a quantidade de produtores que adota a produção contínua de silagem. Essa estratégia tem como objetivo principal proporcionar aos animais uma alimentação mais estável ao longo de todo o ano, mitigando os efeitos de períodos de seca ou outras adversidades climáticas que limitam a disponibilidade de forragem.

O principal volumoso utilizado em sistemas de produção intensivos de ruminantes é a silagem de milho, que apresenta vantagens como produtividade, digestibilidade e valor nutritivo. Segundo Carvalho et al. (2015), a produção de silagem exige atenção ao ponto de colheita, que deve ocorrer quando o teor de matéria seca (MS) da planta estiver entre 30 e 35%, sendo o momento ideal, quando os grãos estiverem no estágio farináceo, estando a linha do leite em 50% do volume do grão. Essa decisão é crucial, pois a colheita precoce, quando o grão ainda está leitoso, reduz o rendimento da lavoura e compromete a qualidade da silagem, devido a problemas com a fermentação, podendo afetar o desempenho animal.

A ensilagem é uma técnica de conservação que envolve o armazenamento da forragem em condições anaeróbicas. Esse processo é facilitado pelo desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido láctico, que têm a capacidade de converter os carboidratos solúveis presentes na forragem em ácidos orgânicos. Essa conversão resulta na redução do pH, o que inibe a ação de microrganismos não desejáveis (enterobactérias e clostrídios), a fim de se manter a qualidade da silagem (Muck, 2010), ou seja, para que se produza uma silagem de boa qualidade, deve-se levar em consideração a quantidade adequada de carboidratos solúveis, recomendando-se estar entre 6 a 8% na forrageira (Gourley & Lusk, 1978), contribuindo para uma capacidade tampão eficiente, sendo o valor adequado do pH em torno de 3,8 a 4,2 (McDonald et al., 1991)

Faria et al. (2021), analisando os resultados bromatológicos de silagens de milho comerciais produzidas no Brasil, encontraram valores de PB que variaram de 8,8 a 12,5%; FDN de 49,2 a 57,2% e FDA de 30,5% a 42%. No mesmo estudo foi destacado, que o elevado teor energético do milho, faz com que ele se sobressaia em relação a outras forrageiras para produção de silagem, tendo correlação com a presença de grãos.

Neste contexto, a limitada quantidade de PB (em torno de 7%) da silagem de milho se torna um problema, já que é o mínimo necessário para atender as necessidades dos microrganismos ruminais, sendo necessário a utilização de suplementos proteicos para maximizar o desempenho, o que torna a dieta mais cara. Nesse sentido, a inclusão de leguminosas junto a silagem, tem se mostrado uma alternativa, com potencial para elevar o teor proteico da silagem e contribuir para um sistema de produção mais sustentável.

O feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh), uma leguminosa arbustiva, da família Fabaceae, subfamília Faboideae, tem ciclo anual ou semiperene, desempenha papel importante na ciclagem de nutrientes devido ao seu sistema radicular profundo e ramificado, sendo capaz de fixar nitrogênio no solo (Azevedo et al., 2007). Pode acrescentar até 280 kg.ha⁻¹ de N no solo ao ano, equivalendo a 630 kg.ha⁻¹ de uréia, além disso seu sistema radicular profundo, contribui para a descompactação do solo (Embrapa, 2016). Essa capacidade de fixar nitrogênio no solo tem correlação com as bactérias do gênero *Rhizobium*, responsáveis por essa fixação de nitrogênio, através de associação simbiótica (Ligoski et al., 2020). Essas características contribuem para a otimização dos recursos, como a redução de custos com adubação de N por

exemplo, e a minimização do impacto ambiental do sistema. O feijão guandu é uma excelente fonte de proteína, capaz de substituir outras fontes na alimentação animal, com teores elevados de PB que variam de 15 a 24%, FDN em torno de 37,2 a 62 %; FDA de 15,7 a 38,7% e extrato etéreo (EE) de 2,4 a 6,1% (Abebe, 2022).

Sarto (2018), em pesquisa sobre sistemas integrados de produção, implementando feijão guandu na silagem de milho, verificou aumento no teor de proteína bruta, elevando em 17,9% o teor de PB, além de aumento nos teores de FDA, nos consórcios com a inclusão do guandu. Ligoski et al. (2020), avaliando o consórcio entre silagem de milho e feijão guandu, observaram aumento de PB na silagem consorciada. Além disso, a produção de metano foi reduzida na silagem consorciada, onde foi produzido 24,3% menos CH₄ por unidade de matéria seca incubada e 29,0% menos CH₄ por matéria orgânica degradável quando comparada a silagem exclusiva de milho, expondo o potencial do consórcio como mitigador de gases poluentes, podendo tornar o sistema de produção animal mais sustentável.

Avaliando o processo fermentativo e qualidade da silagem de milho com seis níveis de feijão guandu (0; 20; 40; 60, 80 e 100%) Da Silva et al. (2023) destacam que a inclusão da leguminosa apresentou influência nas características de fermentação e qualidade nutricional, com um aumento na capacidade tampão, à medida que se aumentou os níveis de inclusão do guandu, ocasionando aumento no pH, o que se relaciona com a capacidade tampão das leguminosas que é maior. Entretanto, os resultados demonstraram que a inclusão de até 40% do feijão guandu na silagem, não foi prejudicial ao pH, que se manteve em faixas ideais. A inclusão em até 40% também proporcionou aumento de 97,4 g/kg de PB, ou seja, em níveis adequados, pode se tornar uma alternativa viável, ofertando um aporte de PB à silagem, sem prejudicar as características de fermentação e contribuindo com a redução de custos com suplementação.

Além do elevado valor nutricional, as leguminosas apresentam elevada digestibilidade, podendo ter influência no consumo de forragem e no balanço de nitrogênio, devido ao seu impacto na digestibilidade dos nutrientes. Segundo Van Soest (1994), a digestibilidade possui alta correlação com os níveis de lignina e FDA, que influenciam significativamente o processo de digestão de forragens. Leguminosas tem um menor teor de parede celular quando comparadas às gramíneas, tendo uma menor resistência a quebra das partículas durante a mastigação e fornecendo uma proteína mais solúvel. Estudos tem demonstrado que a associação de leguminosas e

gramíneas melhora a digestibilidade dos nutrientes e se mostra também como uma alternativa viável de substituição de suplementação (Lorensetti et al., 2021; Lima et al., 2019; Reiter et al., 2012).

3.3 Balanço de nitrogênio

Em ruminantes a microbiota ruminal é responsável por degradar a proteína no rúmen através de enzimas, como a protease, peptidase e deaminase, que irão clivar respectivamente as proteínas em aminoácidos, peptídeos e amônia, que por sua vez irão compor a proteína microbiana, sendo esta absorvida no intestino delgado. A proteína proveniente da dieta é classificada em proteína verdadeira e nitrogênio não proteico (NNP), sendo fracionada em proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR). A PNDR corresponde a fração da proteína que não é degradada pelos microrganismos, e a PDR a parte da proteína que é degradada (Socreppa, 2020).

A amônia produzida no rúmen será utilizada em conjunto com fontes de energia como os carboidratos, como matéria-prima para a produção de proteína microbiana (Kozloski, 2011). Entretanto, a amônia formada no rúmen não aproveitada pelos microrganismos devido à falta de energia, acaba sendo absorvida pelo epitélio ruminal e levada pela corrente sanguínea até o fígado, onde é convertida em ureia, para em seguida ser excretada via urina e fezes ou retornar ao rúmen através da reciclagem via saliva (Kozloski, 2011; Russel et al., 1992).

Nesse sentido, o balanço de nitrogênio obtido através da diferença do que foi consumido e o que foi excretado pelo animal através das fezes e urina, torna-se um indicativo muito importante do metabolismo proteico animal, podendo indicar se há perda de proteína pelo organismo, sendo um aspecto crucial para a eficiência da produção animal e sustentabilidade ambiental (Gentil et al., 2007).

Em pesquisa avaliando a suplementação de ovinos Santa Inês com a leguminosa macrotiloma (*Macrotyloma axillare*), Lima (2016), observou maior consumo de PB nos animais suplementados com leguminosa, obtendo um consumo de 86,88 g/dia para os animais suplementados e 74,92 g/dia para os animais que não receberam a suplementação. Destaca-se no estudo, uma maior digestibilidade aparente da PB para os animais suplementados com a leguminosa (64,74%) quando comparados aos animais não suplementados (58,27%).

Lorensetti et al. (2021) em pesquisa feita com bovinos pastejando sobre pastagem temperada em associação com leguminosa, recebendo ou não suplementação energética, constataram que bovinos mantidos em pastagens temperadas associadas à leguminosa e não suplementados, obtiveram maior consumo de nitrogênio e uma maior retenção do mesmo, sendo respectivamente 321,03 g/dia e 232,36 g/dia, o que expôs o impacto da leguminosa no balanço de nitrogênio e o seu potencial de melhorar a eficiência no seu uso.

Buscando avaliar em ovinos o efeito da associação do feno de amendoim forrageiro (*Arachis pintoï*) em diferentes níveis, com o feno de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum Shum*) Reiter (2012), observou que no tratamento sem a inclusão da leguminosa o consumo de nitrogênio (CN) foi de 19 g/dia enquanto o nitrogênio retido (NR) foi de 2,6 g/dia. Já o tratamento com a inclusão de até 33% do amendoim forrageiro na matéria seca, proporcionou aumento no CN (26 g/dia), enquanto o NR foi de 4,1 g/dia, expondo que em níveis adequados a leguminosa pode elevar o valor proteico da dieta e reter mais nitrogênio.

Apesar dos bons resultados observados a partir da consorciação de leguminosas com diferentes forragens, informações á respeito do consórcio da silagem de milho e do feijão guandu ainda são escassas e são necessários estudos que busquem compreender com mais clareza os possíveis efeitos desse consórcio sobre o desempenho animal.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino e Pesquisa (UNEPE) de Ovinos e Caprinos e no Laboratório Multiusuário de Bromatologia Animal, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Dois Vizinhos. O clima da região é caracterizado como clima Cfa (subtropical úmido mesotérmico).

Foram utilizados 12 cordeiros mestiços Dorper x Santa Inês (inteiros), pesando em média 15 kg, confinados em aprisco e mantidos em baias coletivas, com acesso à comedouros e bebedouros, sendo 3 animais por baia. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (silagem de milho com e sem a inclusão do feijão guandu) e três repetições. Os animais foram adaptados por 14 dias ao manejo e as instalações e após, o experimento iniciou-se, sendo a duração do período experimental de 63 dias, divididos em três períodos de 21 dias. Nos últimos cinco dias de cada período foram realizadas as coletas de amostras (fezes e urina). Observa-se na Tabela 1 a composição bromatológica das dietas experimentais, no período avaliado.

Tabela 1 – Composição bromatológica média dos ingredientes e digestibilidade in vitro da MS, (SFG = silagem de milho com feijão guandu e SIM= silagem de milho.

Componente ¹	Alimentos			
	Volumoso		Concentrado	
	SFG	SMI	Milho moído	Farelo de Soja
MS, %	27,9	33,3	95	96
PB, %	9,7	8,6	10,7	50,7
FDN, %	57,2	36,9	7,9	12,3
FDA, %	31,2	17,8	2,5	6,7
LDA, %	3,9	1,6	-	-
DIVMS, %	68,2	83,3	-	-

¹ MS= matéria seca, PB= proteína bruta, FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, LDA= lignina, DIVMS= digestibilidade in vitro da matéria seca.

Fonte: Autoria própria, 2025

A dieta fornecida foi em uma relação volumoso:concentrado de 50:50. A alimentação dos cordeiros foi dividida em duas refeições diárias: pela manhã (8h) e à

tarde (17h) em cocho coletivo. As sobras foram pesadas pela manhã, com a dieta sendo ajustada para garantir um excedente de aproximadamente 10%. O concentrado, formulado segundo o NRC (2007), foi composto por milho moído e farelo de soja, contendo 16% de proteína bruta, sendo o sal mineral fornecido à vontade no cocho.

A silagem de milho foi produzida com material cultivado no campus, sendo utilizado o híbrido 1754 PRO4. Para a silagem consorciada (milho + feijão guandu), a cultivar utilizada foi o feijão guandu anão cv. IAPAR 43, cultivado em uma área de 0,2 ha. A semeadura foi realizada em linhas espaçadas a 0,45 m, com densidades de 12 plantas/m para o feijão guandu e 5,8 plantas/m para o milho, visando uma participação de 20-25% da leguminosa na massa total. Ambas as silagens foram conservadas em silo-bolsas. O ponto de colheita da silagem foi definido pelo milho, sendo realizado quando o teor de matéria seca apresentou 35% (grãos no estágio farináceo), estando o feijão guandu no momento da colheita no estágio vegetativo (V4).

Nos últimos cinco dias de cada período experimental foram coletadas amostras de fezes, urina e sobras. As sobras alimentares foram pesadas todas as manhãs para o cálculo diário do CMS. A urina foi coletada de forma spot (Chizzoti et al., 2008) com o auxílio de copos plásticos, anterior ao fornecimento da alimentação do período da tarde. As amostras de urina foram acidificadas com 40 mL de ácido sulfúrico (0,036N) em 10 mL de urina em um balão volumétrico de 50 mL. As amostras foram identificadas e congeladas para quantificação das concentrações de creatinina através da utilização de kit comercial, para que se obtenha produção diária de urina.

As amostras de fezes foram coletadas diretamente do reto de todos os animais, armazenadas em sacos plásticos individuais devidamente identificados e armazenadas em freezer a -20°C para conservação. Para a realização das análises, as amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar, a uma temperatura de 55°C, por um período de 72 horas. Após a secagem, o material foi moído em um moinho, utilizando peneira de 1mm, sendo posteriormente feito uma composta das amostras. Foi realizada a determinação do nitrogênio total na urina e fezes através do método de Kjeldahl (método 984.13, AOAC, 1997).

A produção fecal foi estimada a partir da utilização de óxido de cromo como marcador externo, que foi fornecido via oral uma vez ao dia, durante 12 dias, através de cápsulas contendo 1g do marcador. O teor de cromo nas fezes foi determinado através de análise em espectrofotômetro de absorção atômica, conforme metodologia

descrita por Willians et al. (1962). O consumo de matéria seca foi estimado através da equação $CMS = PF * (1 - DIVMS)$, proposta por Aroeira et al. (2001), sendo a produção fecal (PF) calculada com base na relação entre a dose de cromo administrada e a quantidade de cromo excretada nas fezes, determinada por análise laboratorial, e a DIVMS foi obtida em laboratório através de metodologia descrita por Tilley e Terry (1963).

O balanço de nitrogênio foi obtido através da diferença entre o nitrogênio consumido e o que foi excretado nas fezes e urina, sendo assim possível quantificar o nitrogênio retido e calcular a eficiência do uso do nitrogênio (EUN), pela razão entre a retenção de N e o consumo de N.

Os dados obtidos foram submetidos a análises estatísticas no software RStudio (versão 2025). Inicialmente, foi avaliada a presença de interação significativa entre os fatores. Quando esta foi identificada, as comparações múltiplas foram realizadas dentro de cada nível do fator tempo (período), utilizando as médias ajustadas (emmeans) com a aplicação da correção de Tukey para controle de erro. Na ausência de interação, comparou-se apenas o efeito principal dos tratamentos, utilizando-se o teste de Tukey para determinação de diferenças estatísticas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se os valores médios referente ao balanço de nitrogênio dos cordeiros alimentados com silagem de milho com feijão guandu (SFG) e silagem de milho (SIM) durante três períodos de avaliação. Durante o período 3, o N ingerido foi maior que nos demais períodos, para ambos os tratamentos. Com a dieta SFG o CN variou de 18,10 a 30,06 g dia⁻¹, entre o primeiro e terceiro período, e a dieta contendo SIM de 32,56 a 43,71 g dia⁻¹. A média de N ingerido foi superior ($P < 0,05$) para o tratamento SIM, apresentando valor médio de 38,28 (g dia⁻¹), enquanto o tratamento SFG apresentou 24,26 (g dia⁻¹). Resultados similares foram encontrados por Reiter (2012) onde a inclusão de feno de amendoim forrageiro em dietas a base de feno de capim elefante-anão para ovinos, resultou em um consumo de N que variou de 19 a 38 g dia⁻¹.

Em relação a excreção de N na urina, não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os períodos e tratamentos avaliados, sendo possível observar valores médios de 0,84 (g dia⁻¹) para o tratamento SFG e 0,62 (g dia⁻¹) para o tratamento SIM.

A excreção de N nas fezes, apresentou para a dieta de SFG variação de 4,65 a 8,79 (g dia⁻¹) e a dieta SIM de 6,95 a 9,29 (g dia⁻¹), dentre os períodos avaliados, respectivamente. O valor médio obtido de nitrogênio nas fezes para os animais que receberam SFG foi de 6,72 (g dia⁻¹) e para os animais alimentados com SIM foi de 8,03 (g dia⁻¹), sendo maior a excreção para o tratamento SIM. Esses valores ficaram acima do observado por Camara et al. (2015), que foi em média 4,81 (g dia⁻¹) para dietas contendo fenos de leucena ou estilosantes. Possivelmente, o maior consumo de N do presente trabalho em relação ao estudo de Camara et al. (2015) pode ter colaborado com a maior perda de N através das fezes. A maior excreção de nitrogênio nas fezes dos animais que receberam SIM comparado aos que receberam SFG é reflexo do maior consumo de N evidenciado neste trabalho.

Tabela 2 - Médias de ingestão, excreção, retenção de N (g dia⁻¹) e eficiência da utilização de N para ovinos alimentados com silagem de milho (SIM) e silagem de milho com feijão guandu (SFG).

Período	TRATAMENTOS		Média
	SFG	SIM	
N ingerido (g animal dia ⁻¹)			
1	18,10	32,56	25,00B
2	24,08	38,13	31,09AB
3	30,06	43,71	37,18A
Média	24,26B	38,28A	
N urina (g animal dia ⁻¹)			
1	0,87	0,64	0,76
2	0,84	0,63	0,73
3	0,81	0,60	0,70
Média	0,84	0,62	
N fezes (g animal dia ⁻¹)			
1	4,65	6,95	5,69B
2	6,74	7,84	7,36AB
3	8,79	9,29	9,03A
Média	6,72B	8,03A	
N retido (g animal dia ⁻¹)			
1	10,64	21,76	15,96B
2	13,76	25,65	19,71AB
3	16,88	29,53	23,45A
Média	13,86B	25,77A	
Eficiência da utilização de N (%)			
1	59aA	66aA	0,63
2	56bB	66aA	0,61
3	54abB	66aA	0,60
Média	57	66	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha (comparação de tratamentos) e minúsculas diferentes na coluna (comparação de períodos) diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (<0,05).

Fonte: Autoria própria, 2025

A ingestão de matéria seca é a principal responsável por determinar o maior ou menor aporte de nutrientes (Mertens, 1994). O maior consumo de N evidenciado neste estudo para o tratamento SIM em comparação ao tratamento SFG, expõe que o consumo de matéria seca (CMS), provavelmente foi maior para o tratamento sem a inclusão de leguminosa. Essa diferença pode ter correlação com o alto teor de FDN e menor valor de DIVMS do tratamento com a inclusão da leguminosa em comparação com o tratamento sem a inclusão (tabela 1). Valores de Fibra em Detergente Neutro

(FDN) que excedem 55% a 60% tendem a estar inversamente relacionados ao consumo de forragem (Mertens, 1987).

Quanto ao N excretado via urina, conforme evidenciado pelos dados obtidos nesta pesquisa, dietas que proporcionam maior ingestão de proteína bruta, associada a uma alta taxa de degradabilidade, costumam resultar em menores níveis de excreção de nitrogênio urinário. Esse efeito pode estar relacionado à adequada oferta de amônia no rúmen, em concentrações que atendem às exigências microbianas, sem excedê-las, reduzindo, assim, a necessidade de reciclagem de nitrogênio (Santos et al., 2010).

Acerca da excreção de N nas fezes, observou-se maior proporção de excreção de nitrogênio fecal em relação ao urinário, em contraste com os resultados obtidos por Kohn et al., (2005), que, ao analisarem dados de diferentes estudos, constataram que, em média, 62,5% do nitrogênio ingerido é excretado na urina e 37,5% nas fezes.

Em relação a eficiência na utilização do nitrogênio (EUN), houve interação significativa entre período e tratamento, onde o tratamento SFG foi inferior ao SIM nos períodos 2 e 3, obtendo respectivamente cerca de 0,56% e 0,54% de (EUN) para SFG e 0,66% para SIM, não havendo diferença significativa ($P > 0,05$) no período 1 entre os tratamentos avaliados. Essa superioridade do tratamento SIM sobre o SFG em relação (EUN) indica que de acordo com a composição química das dietas (tabela 1), o tratamento SIM que obteve teores de FDN; FDA e LDA menores, além de digestibilidade superior, quando comparado ao tratamento SFG, proporcionou uma melhor (EUN) nos períodos citados. De acordo com Wilkins (1969), dietas com elevado conteúdo de parede celular limitam a ação das enzimas digestivas, o que compromete a digestibilidade das fibras. Esse processo prolonga a permanência dos sólidos no rúmen (Minson; Wilson, 1994). Desta forma, a composição estrutural da silagem de milho, quando comparada a silagem de milho consorciada com feijão guandu, possivelmente contribuiu para uma maior adesão dos microrganismos aos substratos no rúmen, promovendo melhor digestibilidade.

Em ambos os tratamentos, a constatação de um balanço de nitrogênio positivo sinaliza um adequado aproveitamento de proteína, confirmando que as reservas corporais dos animais permaneceram intactas e não foram mobilizadas durante todo o período experimental. Para cordeiros da raça Santa Inês pesando 30 kg e obtendo um ganho de 250 g por dia, a exigência líquida total em proteína corresponde a 79,92 g/animal/dia. Essa determinação resultou de estudos realizados por Tochetto et al.

(2020), que avaliaram as exigências proteicas para manutenção e crescimento desses animais no semiárido do Brasil. Neste trabalho os resultados evidenciaram que o consumo de proteína bruta atendeu as exigências da categoria animal trabalhada, em ambos os tratamentos, ficando na média em torno de 151,62 g/animal/dia para o tratamento SFG e 239,25 g/animal/dia para o tratamento SIM.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que a silagem de milho sem a inclusão de feijão guandu, resultou em maior ingestão e retenção de nitrogênio. Ambos os tratamentos garantiram um balanço de nitrogênio positivo e atenderam às exigências proteicas da categoria animal. Recomenda-se, para estudos futuros, a avaliação de diferentes níveis de inclusão, bem como o estudo de métodos de fornecimento alternativos.

REFERÊNCIAS

- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15th ed. Gaithesburg, MD, USA: **Association of Official Analytical Chemists**; 1997
- AROEIRA, Luiz Januário Magalhães et al. Daily intake of lactating crossbred cows grazing elephant grass rotationally. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 911-917, 2001.
- AZEVEDO, Ruberval Leone; RIBEIRO, Genésio Tâmara; AZEVEDO, Cláudio Luiz Leone. Feijão guandu: uma planta multiuso. **Revista da FAPES**, v. 3, n. 2, p. 81-86, 2007.
- CÂMARA, Cauê Soares et al. Dietas contendo fenos de leucena ou estilosantes para cabras Anglo-Nubianas de tipo misto em lactação. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, p. 443-450, 2015.
- CARVALHO, D. de O. et al. **Sete passos para uma boa ensilagem de milho: cartilhas adaptadas ao letramento do produtor**. 2015.
- CHIZZOTTI, Mario Luiz et al. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. **Livestock Science**, v. 113, n. 2-3, p. 218-225, 2008.
- COSTA, Carolina Marques. **Aspectos agronômicos e qualidade de silagens mistas oriundas dos consórcios de milho e crotalárias**. 2019.
- DA SILVA, Luciana Maria et al. Inglês Fermentation dynamics and quality of maize silage with Pigeon pea. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 44, n. 2, p. 567-584, 2023.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Atualização das demandas de pesquisa em ovinos de corte no Brasil Central**. Boletim do Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos, n. 8. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/202196/1/CNPC-2019-Boletim-CI-n8.pdf>. Acesso em: 3 nov. 2024.
- EMBRAPA**, P. S. Guandu BRS Mandarin. - Portal Embrapa. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1047592/guandu-brs-mandarim>. Acesso em: 01 dezembro 2024.
- FARIA, T. F. R. et al. Composição bromatológica de silagens de milho comerciais produzidas no Brasil. **Archivos de zootecnia**, v. 70, n. 269, p. 20-27, 2021.
- GENTIL, Renato Shinkai et al. Digestibilidade aparente de dietas contendo silagem de cana-deaçúcar tratada com aditivo químico ou microbiano para cordeiros. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 1, p. 63-69, 2007.
- GOURLEY, L. M.; LUSK, J. W. Genetic parameters related to sorghum silage quality. **Journal of Dairy Science**, v. 61, n. 12, p. 1821-1827, 1978.
- GRANDIS, Fernando Augusto et al. Características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros alimentados com diferentes teores de torta de soja em substituição ao farelo de soja. **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, n. 3, p. 327-341, 2016.

GUIMARÃES JÚNIOR, R. et al. **Balanço do nitrogênio em ovinos alimentados com silagens de três genótipos de milho (Pennisetum glaucum (L.). R. Br).** 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção agropecuária-Ovinocultura.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/ovino/br>. Acesso em: 5 fev. 2025.

KOHN, R. A.; DINNEEN, M. M.; RUSSEK-COHEN, E. Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs, and rats. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 4, p. 879–889, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/7981567>. Acesso em: 29 jun. 2025.

KOZLOSKI, Gilberto Vilmar. **Bioquímica dos Ruminantes.** Santa Maria: Fundação de Apoio à Tecnologia e Ciência - Editora UFSM, 2011. *E-book*.

KURAZ ABEBE, Belete. The dietary use of pigeon pea for human and animal diets. **The Scientific World Journal**, v. 2022, n. 1, p. 4873008, 2022.

LEITE, E. R.; MEDEIROS, J. X. **Agronegócio da Ovinocultura deslanada no Brasil.** SELAIVE, A. B; OSÓRIO, JCS Produção de Ovinos no Brasil. São Paulo: Roca, p. 563-582, 2014.

LIGOSKI, Beatriz et al. Silage of intercropping corn, palisade grass, and pigeon pea increases protein content and reduces in vitro methane production. **Agronomy**, v. 10, n. 11, p. 1784, 2020.

LIMA, Paulo de Mello Tavares. **Aspectos produtivos e emissão de metano em ovinos Santa Inês suplementados com a leguminosa Macrotyloma axillare.** 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

LORENSETTI, Cassiano Albino et al. Intake and digestibility in cattle grazing temperate grass associated with legume and/or energetic supplementation. **Czech Journal of Animal Science**, v. 66, n. 9, p. 349-358, 2021.

McDonald, P. J., Henderson, A. R., & Heron, S. J. E. (1991). **The biochemistry of silage (2nd ed.).** Mallow Chalcombe Publications.

MEALE, S. J. et al. Strategies to reduce greenhouse gases from ruminant livestock. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - **Animal Science**, v. 62, n.4, p. 199–211, dez. 2012.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of animal science**, v. 64, n. 5, p. 1548-1558, 1987.

MINSON, Dennis J.; WILSON, John R. Prediction of intake as an element of forage quality. **Forage quality, evaluation, and utilization**, p. 533-563, 1994.

MUCK, Richard E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 183-191, 2010.

NEUMANN, M. et al. A comparison of the dry matter yield and nutritional value of different corn hybrids for silage production. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 76, n. 06, p. e13212, 2024.

REFFATTI, T. S. et al. Effects of replacing ryegrass silage with alfalfa hay on N utilisation efficiency, intake, and digestion in sheep. **Journal of Animal and Feed Sciences**, 2024.

REITER, Tatiana et al. **Introdução de leguminosas tropicais em dietas para ruminantes: efeito do nível de inclusão do amendoim forrageiro sobre o valor alimentar**. 2012.

RUSSELL, J. B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3551–3561, 1 nov. 1992.

SANTOS, S.A. et al., Balanço de nitrogênio em fêmeas leiteiras em confinamento alimentadas com concentrado a base de farelo de soja ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.1135-1140, 2010.

SARTO, Jaqueline Rocha Wobeto. **Qualidade da silagem de milho com capim-marandu e feijão-guandu em sistema integrado de produção agropecuária**. 2018.

SISTEMA FAMASUL. Boletim Ovinocultura, edição 8, agosto de 2024. Disponível em: https://portal.sistemafamasul.com.br/sites/default/files/boletimcasapdf/BOLETIM_OVINOCULTURA_ED8_AGOSTO24.pdf. Acesso em: 5 fev. 2025.

SOARES, BRUNO CABRAL et al. Desempenho e características de carcaças de cordeiros suplementados com diferentes níveis de resíduo de biodiesel. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, p. 1747-1754, 2012.

SOCREPPA, Leandro Munhoz. **Sincronização ruminal de energia e proteína em bovinos de corte criados em sistema pasto-suplemento**. 2020.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, dan RA. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Grass and forage science**, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.

TOCHETTO, Gabriella Marinho et al. Exigências de proteína para manutenção e crescimento de carneiros Santa Inês em região semiárida do Brasil. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1572-1588, 2020.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell University Press, 1994.

VIEIRA, Valmir da Cunha et al. Caracterização da silagem de milho, produzida em propriedades rurais do sudoeste do Paraná. **Revista Ceres**, v. 58, p. 462-469, 2011.

WILLIAMS, C. H.; DAVID, Di J.; IISMAA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **The Journal of Agricultural Science**, v. 59, n. 3, p. 381-385, 1962.

WILKINS, R. J. The potential digestibility of cellulose in forage and feces. **Journal of Agricultural Science**, v. 73, n. 01, p. 57-64, 1969.